



19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

12 Offenlegungsschrift
10 DE 199 49 890 A 1

5 Int. Cl. 7:
A 61 F 2/42
A 61 F 2/46

21 Aktenzeichen: 199 49 890.3
22 Anmeldetag: 15. 10. 1999
43 Offenlegungstag: 7. 6. 2001

DE 199 49 890 A 1

71 Anmelder:
Copf, Peter, Dr.med., 72074 Tübingen, DE

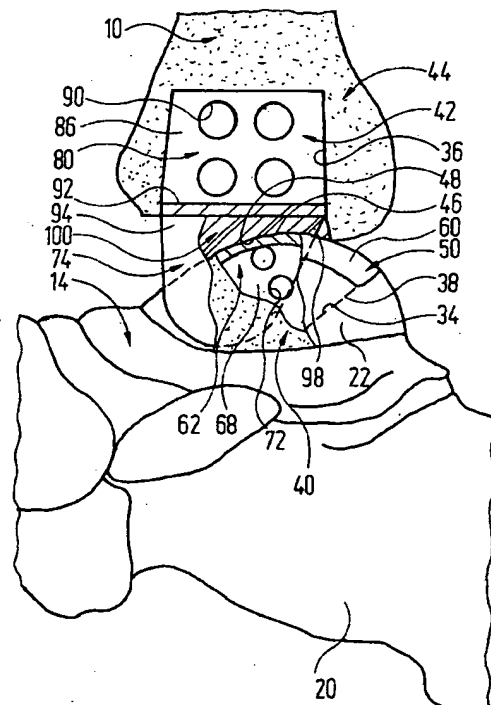
74 Vertreter:
U. Ostertag und Kollegen, 70597 Stuttgart

72 Erfinder:
gleich Anmelder

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

54 Sprunggelenksprothese und Mehrfachfräser zu deren Implantation

57 Eine Prothese für das obere Sprunggelenk umfaßt ein mit dem Schienbein (12) verbindbares erstes Prothesenteil (44) und ein mit dem Sprungbein (14) verbindbares zweites Prothesenteil (40). Die beiden Prothesenteile haben Gelenkflächen (46, 48), die walzenähnlich ausgebildet sind, und haben Verankerungsabschnitte (38, 42), die plattenähnlich ausgebildet sind und Mikrostrukturen und Makrostrukturen (72; 90) aufweisen, die ein An- und Einwachsen von Spongiosa ermöglichen.



DE 199 49 890 A 1

Die Erfindung betrifft eine Prothese für das obere Sprunggelenk gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 sowie einen Mehrfachfräser zur Verwendung beim Implantieren eines solchen Gelenkes.

Sprunggelenke verlieren häufig im Alter ihre Funktionalität, insbesondere infolge rheumatischer Degenerierung der Knorpelschicht, welche die eigentliche Gelenkfläche bildet und zwischen dem unteren Ende des Schienbeines und einem Gelenkhöcker des Sprungbeines liegt. Die auf dem Markt befindlichen Prothesen für Sprunggelenke zeichnen sich durch eine nur geringe Standzeit von ein bis zwei Jahren aus. Dies liegt zum einen daran, daß die Knochenteile, an denen die Prothesenteile befestigt werden müssen, kleine Abmessungen aufweisen, zum anderen daran, daß das Sprunggelenk hohe Kräfte aufnehmen muß. Diesen Gegebenheiten können die bekannten Prothesen nicht genügend Rechnung tragen.

Durch die vorliegende Erfindung soll eine Prothese gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 so weitergebildet werden, daß sie eine längere Standzeit hat.

Diese Aufgabe ist erfindungsgemäß gelöst durch eine Prothese mit den im Anspruch 1 angegebenen Merkmalen.

Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in Unteransprüchen angegeben.

Eine Prothese gemäß Anspruch 2 bildet das natürliche Gelenk gut nach, welches ein Walzengelenk ist.

Mit der Weiterbildung der Erfindung gemäß Anspruch 3 wird eine gewisse Zentrierung der beiden Prothesenteile gegeneinander in axialer Richtung erhalten.

Die Weiterbildung der Erfindung gemäß Anspruch 4 dient einer nochmals verbesserten Sicherung der Relativlage der beiden Prothesenteile in Richtung der Gelenkachse.

Die Weiterbildung der Erfindung gemäß Anspruch 5 bringt den Vorteil, daß die Prothesenteile gegen Drehung um die zur Gelenkachse senkrechte Hochachse gut gesichert sind.

Die Weiterbildung der Erfindung gemäß Anspruch 6, nach welcher die Verankerungselemente jeweils Wand- oder rippenförmige Geometrie haben, ist im Hinblick auf eine gute Belastbarkeit der Verbindungsstellen zwischen den Prothesenteilen und den sie tragenden Knochen von Vorteil.

Mit der Weiterbildung der Erfindung gemäß Anspruch 7 wird erreicht, daß ein guter flächiger Berührungsschluß zwischen den Haupterstreckungsflächen der Verankerungselemente und im Knochenmaterial erzeugten Kavitäten erhalten wird, da Fehler in der Tiefe der erzeugten Kavitäten den Formschluß nicht negativ beeinflussen. Man erhält zugleich eine Selbstzentrierung der Verankerungselemente auf die Kavitäten beim Einführen der Verankerungselemente in die letzteren. Schließlich erhält man auch eine Klemmwirkung, welche bei Belastung des Gelenkes den Formschluß verstärkt und so ein rasches Einheilen der Prothesenteile in die sie tragenden Knochenbereiche begünstigt.

Die Weiterbildung der Erfindung gemäß Anspruch 8 gewährleistet, daß das nach dem Implantieren den Hauptbegrenzungsflächen der Verankerungselemente benachbarte Knochenmaterial (überwiegend Spongiosa) gleichförmig belastet wird.

Wählt man den Öffnungswinkel der Hauptbegrenzungsflächen gemäß Anspruch 9, so erhält man eine gute Reibschlußverbindung zwischen den Verankerungselementen und den Wänden der sie aufnehmenden Kavitäten des Knochenmaterials. Darüber hinaus haben die Verankerungselemente in zur Haupterstreckungsebene senkrechter Richtung insgesamt nur geringe Abmessungen (wenige Millimeter). Derartige geringe Abmessungen sind bei den heute in erster

Linie verwendeten Werkstoffen für Prothesen (Titan) ausreichend, um die mechanische Stabilität der Prothesenteile zu gewährleisten. Benötigen die Verankerungselemente nur wenig Raum, so verbleiben zwischen ihnen große Zwischenräume, in welche Spongiosa einheilen kann. Hierdurch wird eine Krafteinleitung vom Prothesenteil in das Knochenmaterial begünstigt, die einerseits zu erwünschten dynamischen Wachstumsreizen führen, andererseits aber zu starke Kompressionskräfte auf das Spongiosamaterial verhindert.

Die Weiterbildung der Erfindung gemäß Anspruch 10 ermöglicht auch ein formschlüssiges Einheilen von Spongiosa in die Verankerungselemente. Hierdurch wird deren Verankerung im Knochenmaterial nochmals verbessert. Unter makroskopischen Abmessungen sollen in der vorliegenden Beschreibung und in den Ansprüchen solche verstanden werden, die größer sind als 1 mm. Demgegenüber sind mikroskopische Abmessungen solche, die weniger als 1 mm, typischerweise einige Zehntel Millimeter betragen.

Die Weiterbildung der Erfindung gemäß Anspruch 11 ermöglicht ein vollständiges Hindurchwachsen von Spongiosa durch die Verankerungselemente, was einen nochmals verbesserten makroskopischen Formschluß zwischen den Verankerungselementen und dem Knochenmaterial zur Folge hat.

Wählt man das Verhältnis zwischen der Gesamtquerschnittsfläche der Durchgangsöffnungen und der Fläche der Hauptbegrenzungsflächen gemäß Anspruch 12, so ist einerseits bei den gängigen Prothesenmaterialien eine ausreichende mechanische Festigkeit gewährleistet, sogleich erhält man viel freie Fläche, in welcher Spongiosamaterial durch Verankerungsmaterial hindurchwachsen kann.

Die Weiterbildung der Erfindung gemäß Anspruch 13 gestattet es, die Verankerungselemente nahe an Adern enthaltende, gutdurchblutete Spongiosabereiche heranzuführen, ohne daß diese besonders vitalen Knochenvolumina geschädigt würden. Dies ist im Hinblick auf ein rasches und gutes Einheilen der Verankerungselemente von Vorteil.

Auch die Weiterbildung der Erfindung gemäß Anspruch 14 dient einem Einleiten von Kräften vom Prothesenteil auf den es tragenden Knochen unter symmetrischen Bedingungen. Damit werden lokale Kraftspitzen vermieden.

Bei einem Prothesenteil gemäß Anspruch 15 wird von demjenigen Teilabschnitt des Prothesenteils, welcher die eigentliche Gelenkfläche vorgibt, nur wenig Platz benötigt. Die die Gelenkfläche vorgebende Gelenkwand ersetzt im wesentlichen die Knorpelschicht des gesunden Gelenkes. Man hat somit viel verbleibendes Knochenmaterial, was sowohl das Einheilen des Prothesenteils begünstigt als auch im Hinblick auf möglichst weitgehende Erhaltung der ursprünglichen mechanischen Eigenschaften des Sprunggelenkes von Vorteil ist, insbesondere die dynamisch gedämpfte Aufnahme von Stoßbelastungen über die flüssigkeitsgefüllte Spongiosa (hydrodynamischer Stoßdämpfer).

Die Weiterbildung der Erfindung gemäß Anspruch 16 gestattet es, die Reibungsverhältnisse des Gelenkes über das Material des Inserts zu steuern. In der Regel ist ein einziges Insert ausreichend, welches eine Gelenkfläche mit niedriger Reibung vorgibt. Falls gewünscht kann man aber auch beide Prothesenteile mit Inserts versehen, so daß die Lageeigenschaften beider Gelenkflächen über das Material der Insert vorgebar ist.

Ein Gelenk gemäß Anspruch 17 zeichnet sich durch geringe Reibung im Gelenk aus.

Bei der Weiterbildung der Erfindung gemäß Anspruch 18 ist vorteilhaft, daß sich das Insert sehr einfach mit dem es tragenden Prothesenteil verbinden läßt. Dies gestattet es, noch beim Implantieren des Gelenkes die Lageeigenschaf-

ten des Gelenkes vorzuziehen, da dem der Operateur aus einem Satz ihm zur Verfügung gestellter Inserts mit unterschiedlichen Lagereigenschaften jeweils das für den betrachteten Fall passende Insert aussucht und mit dem zugeordneten Prothesenteil verastet.

Die Weiterbildung der Erfindung gemäß Anspruch 19 stellt eine Alternative zur Vorgabe der Lagereigenschaften des Gelenkes durch Vorsehen eines Insert vor.

Dabei ist die Weiterbildung der Erfindung gemäß Anspruch 22 wiederum im Hinblick auf kleine Reibung in den künstlichen Gelenk von Vorteil.

Versieht man gemäß Anspruch 21 zumindest Teilflächen der Verankerungsabschnitte eines Prothesenteils mit einer Mikrostruktur, so erhält man einen besonders guten Haft-Kraftschluß zwischen Prothesenoberfläche und Spongiosa, der zu einem durch Formschluß erhaltenen Geometrie-Kraftschluß hinzukommt. Hierdurch wird die Sicherheit der Verankerung des Prothesenteils auf dem zugeordneten Knochen nochmals verbessert.

Die im Anspruch 21 angegebenen Alternativen für die Mikrostruktur wird dann mit bekannten mechanischen Verfahren gleichbleibend gut erhalten.

Die Weiterbildung der Erfindung gemäß Anspruch 22 ist im Hinblick auf geringen Verschleiß des künstlichen Gelenkes im Gebrauch und auf das Vermeiden von Abrieb im Gelenk von Vorteil.

Ein Mehrfachfräser, wie er in Anspruch 23 angegeben ist, ermöglicht eine einfache und genaue Erzeugung von Kavitäten im Schienbein, bzw Sprungbein, welche genau zu der Geometrie des Verankerungsabschnittes der Prothesenteile paßt.

Nachstehend wird die Erfindung anhand eines Ausführungsbeispiels zur Bezugnahme auf die Zeichnung näher erläutert. In dieser zeigen:

Fig. 1: Eine seitliche Darstellung eines menschlichen linken Fußes, wie er in einem Röntgenbild erscheint;

Fig. 2: Eine ähnliche Darstellung wie **Fig. 1**, in welcher Schienbein und Sprungbein in Vorbereitung des Implantierens eines künstlichen Sprunggelenkes teilweise rezisiert wurden;

Fig. 3: Eine ähnliche Ansicht wie **Fig. 2**, bei der nun die beiden Prothesenteile des künstlichen Sprunggelenkes eingesetzt sind;

Fig. 4: Eine perspektivische Ansicht des noch nicht implantierten Gelenkes, wobei der besseren Übersicht halber ein vom oberen Prothesenteil getragenes Insert weggelassen ist;

Fig. 5: Eine seitliche perspektivische Ansicht des unteren Prothesenteiles (nun für einen rechten Fuß; spiegelverkehrt zu der für den linken Fuß);

Fig. 6: Eine seitliche Ansicht des unteren Prothesenteiles von **Fig. 5**;

Fig. 7: Eine perspektivische Seitenansicht des unteren Prothesenteiles nach **Fig. 5** mit einem darüberliegenden Insert des künstlichen Gelenkes, welches teilweise weggebrochen ist;

Fig. 8: Eine Aufsicht auf die Oberseite des unteren Prothesenteiles nach **Fig. 5**; und

Fig. 9: Einen axialen Teilschnitt durch einen Mehrscheibenfräser, der zur Erzeugung von Kavitäten in den Knochenenden verwendet wird, in welche die Prothesenteile eingesetzt werden.

In **Fig. 1** ist mit 10 das Schienbein eines menschlichen Fußes, mit 12 das Wadenbein, mit 14 das Sprungbein, mit 16 das Würfelbein, mit 18 das Kahnbein und mit 20 das Fersenbein bezeichnet. Das Sprungbein 14 hat auf seiner Oberseite einen Gelenkabschnitt 22, der im wesentlichen die Form eines Walzensegmentes aufweist und mit einer im wesent-

chen komplementären Gelenkpfanne 24 zusammenarbeitet, welche am unteren Ende des Schienbeines 10 liegt. Die Gelenkpfanne 24 hat seitliche Gabelarme 26, welche die Gelenkpfanne 24 zu beiden Seiten übergreifen.

Die Gelenkpfanne 24 gibt eine Gelenkfläche 30 vor, die Gelenkpfanne 24 eine Gegen-Gelenkfläche 32. Genauer gesagt liegen die Gelenkflächen 30 und 32 auf Knorpelschichten, die vom Gelenkabschnitt 22 bzw der Gelenkpfanne 24 getragen sind, in der Zeichnung aber der besseren Übersichtlichkeit halber weggelassen sind.

Der Gelenkabschnitt 22 bildet zusammen mit der Gelenkpfanne 24 das obere Sprunggelenk, dessen Gelenkachse im wesentlichen senkrecht auf der Zeichenebene von **Fig. 1** steht.

Weitere Gelenkflächen, die auf der Unterseite des Sprungbeines 10 vorgesehen sind, bildet zusammen mit Gegen-Gelenkflächen des Fersenbeines 20 und des Kahnbeines 18 das untere Sprunggelenk, dessen Gelenkachse im wesentlichen in Längsrichtung des Fußgewölbes verläuft, so daß der Fuß um eine entsprechende Rollachse gedreht werden kann.

Insbesondere durch Degeneration der vom Gelenkabschnitt 22 und der Gelenkpfanne 24 getragenen Knorpelschichten verliert das obere Sprunggelenk häufig seine Funktion. Um die mit dem Funktionsverlust einhergehenden Schmerzen auszuräumen und ein Versteifen des Gelenkes zu verhindern, kann man das durch den Gelenkabschnitt 22 und die Gelenkpfanne 24 gebildete Sprunggelenk durch ein künstliches Sprunggelenk ersetzen.

Hierzu wird die Gelenkpfanne 24 entfernt, wie in **Fig. 2** dargestellt. Danach werden in das Knochenende mehrere V-förmigen querschnittaufweisende Kavitäten 34 unter Verwendung eines Meißels einarbeitet. Dies kann auch in einem Arbeitsgang unter Verwendung eines später noch genauer zu beschreibenden Mehrscheibenfräasers erfolgen. Die Kavitäten haben hier in ventral-dorsaler Richtung verlaufende Längsachsen, können aber auch in lateraler Richtung verlaufen, wenn gewünscht.

Von der Gelenkpfanne 22 wird die dortige Knorpelschicht abgetragen und in den so präparierten Gelenkabschnitt 22 werden Kavitäten 34 gefräst (beim hier betrachteten Ausführungsbeispiel zwei).

In die so erzeugten Kavitäten 34 wird dann ein Verankerungsabschnitt 38 eines unteren Prothesenteiles 40 eingesetzt, und in im unteren Ende des Schienbeines 10 erzeugten Kavitäten 36 wird ein Verankerungsabschnitt 42 eines oberen Prothesenteiles 44 eingesetzt.

Die beiden Prothesenteile 40, 44 geben Gelenkflächen 46, 48 vor, die nachstehend noch genauer beschrieben werden und unter geringer Reibung aufeinanderlaufen.

Um das Einheilen der Verankerungsabschnitte 38, 42 im Spongiosamaterial des Sprungbeines 14 bzw des Schienbeines 10 zu begünstigen, werden die Oberflächen der Verankerungsabschnitte mit einem das Knochenwachstum fördernden Mittel vor dem Einsetzen beschichtet. Es kann sich hierbei um ein biomorphologisches Protein (BMP), z. B. das unter der Bezeichnung BMP 7 vertriebene kommerzielle Produkt oder ein operatives Protein (OP) handeln, wie es unter der Bezeichnung OP 1 vertrieben wird.

Nach dem Einheilen der Prothesenteile hat man somit ein künstliches Sprunggelenk, welches in seinen Eigenschaften denjenigen eines natürlichen Sprunggelenkes nahekommt.

Wie aus **Fig. 4** ersichtlich ist, hat das untere Prothesenteil 40 eine Gelenkkappe 50, welche die Gelenkfläche 46 vorgibt. Die Gelenkfläche 22 hat grobgesprochen die Form einer sich nur über einen begrenzten Winkel erstreckenden Zylinderfläche, wobei diese Zylinderfläche in der Mitte eine Einsattelung 54 aufweist. Die Gelenkfläche 46 ist somit in

axialer Richtung konturiert. Die Einsattelung 52 geht über einen Verbindungsabschnitt 56 der Gelenkfläche, dessen Radius großzügig bemessen ist, in der Praxis etwa 1–3 cm betragen kann, in seitliche Abschnitte 58, 60 der Gelenkkappe 50 über, die bei implantiertem Prothesenteil bündig in den Seitenflächen des Sprungbeins 14 sitzen oder diese geringfügig übergreifen.

Dabei ist der innenliegende Wandabschnitt 58 länger als der außenliegende Wandabschnitt 60, der nur eine niedere den Rand der Gelenkfläche 52 begleitende Wand darstellt.

Die Innenseite der Gelenkkappe 50 trägt zwei in Richtung der Gelenkachse beabstandete Verankerungswände 62, 64. Diese haben an ihren unteren Enden Einziehungen 65. Der Abstand der Verankerungswände 62, 64 und die Geometrie der Einziehungen 65 ist so bemessen, daß im Spongiosamaterial des Sprungbeins 14 solche Bereiche, die die Blutversorgung der Spongiosa bewerkstellende Adern enthalten und die daher besonders gut durchblutet sind, erhalten bleiben. Da diese Bereiche eine nicht stark von der jeweiligen Person abhängende Lage haben, kann man die Schonung dieser Spongiosabereiche mit Standard-Prothesenteilen gewährleisten. Auch im Hinblick auf eine gute Blutversorgung des nachwachsenden Spongiosagewebes ist die Gestaltung der Verankerungswände 62, 44, wie sie oben beschrieben wurde, günstig.

In ventral-dorsaler Richtung gesehen, haben die Verankerungswände spitzwinkligen Querschnitt. Schräggestellte Hauptbegrenzungsflächen 66, 68 jeder Verankerungswand 62 bzw. 64 verlaufen im wesentlichen symmetrisch zu einer Haupterstreckungsfläche 70, die im wesentlichen in einer ventral-dorsalen Ebene liegt.

In den Verankerungswänden 62, 64 sind mehrere Durchgangsöffnungen 72 vorgesehen, die beim dargestellten Ausführungsbeispiel kreisförmig sind, im Bedarfsfalle aber auch andere Geometrie haben können.

Der Anstellwinkel der Hauptbegrenzungsflächen 66, 68 der Verankerungswände 62, 64 zu den vertikalen Haupterstreckungsflächen 70 beträgt jeweils zwischen 3 und 8°, vorzugsweise etwa 6°, so daß der zwischen den Hauptbegrenzungsflächen 66, 68 eingeschlossene Winkel insgesamt 6–16°, vorzugsweise etwa 12° beträgt. Damit bauen die Verankerungswände 62, 64, deren Höhe in der Praxis 1–2 cm betragen kann, in Richtung der Gelenkachse sehr schlank. Es bleibt somit von dem Gelenkabschnitt 22 ein großer Bruchteil des Spongiosagewebes stehen.

Das Prothesenteil 44 ist ein Schmiedeteil aus Titan, welches einer mechanischen Feinbearbeitung der Gelenkfläche 46 unterworfen wurde, und in dem durch Bohren die Durchgangsöffnungen 72 erzeugt wurden. Das so erhaltene Zwischenprodukt wird zumindest bei seinen Verankerungswänden 62, 64 durch Sandstrahlen und/oder Kugelstrahlen und/oder Ätzen mit einer Mikrostruktur versehen. Es handelt sich hierbei um Mikrounebenheiten im Bereich von einigen Zehntel Millimetern. Auf diese Weise erhält man ein gutes Haften von gegen die Oberflächen der Verankerungswände 62, 64 gewachsenem Spongiosamaterial. Bevorzugt wird auch die gesamte Innenseite der Gelenkkappe 50 mit einer solchen Mikrostruktur versehen.

Das obere Prothesenteil 44 hat ähnlichen Aufbau: Auf einer Gelenkkappe 44 sitzen, wie aus Fig. 4 gut ersichtlich, zwei äußere niedere Verankerungswände 76, 78 sowie zwei mittlere, hohe Verankerungswände 80, 82. Die Anordnung der Verankerungswände 76 bis 82 zur ventralsdorsalen Mittelebene des Prothesenteiles 44 ist wiederum symmetrisch, und seitliche Hauptbegrenzungsflächen 84, 86 der Verankerungswände sind wieder symmetrisch zu einer Haupterstreckungsebene 88. In den niederen Verankerungswänden 76, 78 sind jeweils zwei, in den hohen Verankerungswänden

84, 86 jeweils vier Durchgangsöffnungen 90 vorgesehen, durch welche Knochenmaterial hindurchwachsen kann.

Das Prothesenteil 44 ist wieder ein Schmiedeteil, welches mechanisch endbearbeitet ist und mit einer Mikrostruktur versehen ist, ähnlich wie dies obenstehend in Verbindung mit dem Prothesenteil 40 erläutert wurde.

Die Gelenkkappe 74 hat einfache technische Geometrie mit einer ebenen, die Verankerungswände 76 bis 82 tragenden Basiswand 92 und unter einem Winkel von etwas mehr als 90° von dieser weglaufenden Seitenwänden 94, 96, so daß man insgesamt eine bügelähnliche Gestalt hat.

Die Innenseite der Gelenkkappe 74 ist mit einer niederen umlaufenden Stufe 98 ausgebildet, mit welcher ein Insert 100 verrastet ist.

Wie aus Fig. 7 ersichtlich, gibt der Insert 100 die dem Schienbein zugeordnete Gelenkfläche 48 vor. Die Außenfläche des Inserts 100 ist komplementär zur Innenfläche der Gelenkkappe 44. Der Insert 100 ist aus einem biokompatiblen Kunststoffmaterial wie PE hergestellt, so daß sich der Insert 100 unter geringfügiger elastischer Verformung in der Gelenkkappe 74 verrasten läßt.

Das Verhältnis zwischen gesamter Fläche der Durchgangsöffnungen 72 bzw. 90 zur Fläche der Hauptbegrenzungsflächen der betrachteten Verankerungswand beträgt 30% bis 90%, vorzugsweise etwa 60%.

In Abwandlung des oben beschriebenen Ausführungsbeispiels kann man die Gelenkfläche 48 statt auf dem Insert 100 auch direkt auf dem Prothesenteil 44 vorsehen und die Gelenkflächen mit einem Material nieder Reibung beschichten, z. B. einem PTFE-Lack.

Die oben beschriebene Prothese für das obere Sprunggelenk wird im einzelnen wie folgt implantiert:

Zunächst wird am Gelenkabschnitt 22 des Sprungbeins 14 eine Knorpelresektion vorgenommen. Dies erfolgt unter Verwendung einer Schablone, die der Randkontur der Gelenkfläche 46 des unteren Prothesenteiles 40 entspricht. Dann werden im Spongiosavolumen des Sprungbeins die Kavitäten 34 erzeugt, z. B. unter Verwendung eines Meißel.

Nach Erzeugen der Kavitäten 34 wird das an den Verankerungswänden 62, 64 und der Innenfläche der Gelenkkappe 50 mit BMP7 beschichtete Prothesenteil 40 in die Oberseite des präparierten Sprungbeins 14 eingesetzt. Dies kann durch einfaches Einschieben der Verankerungswände 62, 64 in Tiefenrichtung der Kavitäten 34 erfolgen.

Ähnlich wird die Gelenkpfanne 24 reseziert. Die resezierten Knochen sind in Fig. 2 gezeigt.

Anschließend wird das Prothesenteil 44 auf der Innenseite seiner Gelenkkappe 54 und im Bereich der Verankerungswände 76 bis 82 mit BMP7 beschichtet, und das Insert 100 wird in die Gelenkkappe 74 eingeklippt. Dann werden die von Insert 100 getragene Gelenkfläche 48 und die vom Prothesenteil 40 getragene Gelenkfläche 46 in Anlage aneinander gebracht, und die Operationswunde wird verschlossen.

Nach Einheilen stellen die Prothesenteile 40 und 44 ein oberes künstliches Sprunggelenk dar, welches in seinen geometrischen und mechanischen Eigenschaften einem natürlichen oberen Sprunggelenk nahekommt. Da die Verankerungswände 62, 64 bzw. 76, 78, 80, 82 durch einheilende Spongiosa einen sehr innigen und belastbaren Verbund mit den den Prothesenteilen zugeordneten Knochen (Schienbein bzw. Sprungbein) eingehen, hat ein solches Sprunggelenk eine hohe Lebensdauer.

Zur Erzeugung der Kavitäten 34 und 36 kann man auch ein maschinelles Werkzeug verwenden, wie es in Fig. 9 zur Verwendung mit einem Prothesenteil 40 gezeigt ist.

Ein Mehrscheibenfräser 102 hat axial durch Distanzhülsen 104 beabstandete Frässcheiben 106, 108, deren axialer

Abstand dem Abstand der Verankerungswände 62, 64 entspricht, und deren Querschnittsform der Querschnittsform der Verankerungswände 62, 64 in Höhe und Neigung der Hauptbegrenzungsflächen entspricht.

Die Kavitäten 36 können in der Gelenkpfanne 24 analog erzeugt werden unter Verwendung eines zum Mehrscheibenfräser 102 ähnlichen Mehrscheibenfräasers (dieser umfaßt nur eine entsprechend der Anzahl der Verankerungswände 76 bis 82 erhöhte Anzahl von Frässcheiben passender Geometrie).

Die Kavitäten 34 und 36 erstrecken sich bei Verwendung von Mehrscheibenfräsern, die transversal voll durch das Knochenende bewegt werden, bis zur Außenfläche des entsprechenden Knochens, so daß ein Prothesenteil auch in Längsrichtung der Kavität eingeschoben werden kann, falls gewünscht.

Die weiteren Fig. 10 bis 13 sind Strichzeichnungen des unteren Prothesenteiles 40 aus unterschiedlicher Sicht.

Patentansprüche

1. Prothese für das obere Sprunggelenk, mit einem mit dem Schienbein (10) verbindbaren ersten Prothesenteil (44), welches eine untenliegende erste Gelenkfläche (48) aufweist, und einem mit dem Sprungbein (14) verbindbaren zweiten Prothesenteil (40), welches eine zur ersten Gelenkfläche (48) im wesentlichen komplementäre zweite Gelenkfläche (46) aufweist, **dadurch gekennzeichnet**, daß die beiden Prothesenteile (40; 44) jeweils einen mindestens ein Verankerungselement (62, 64; 76-82) aufweisenden Verankerungsabschnitt (38; 42) aufweisen, der in das Schienbein (10) bzw. das Sprungbein (14) zementfrei einheilt oder dort unter Verwendung von Zement befestigt wird.
2. Prothese nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die beiden Gelenkflächen (46, 48) im wesentlichen zylindrische komplementäre Geometrie aufweisen.
3. Prothese nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die beiden Gelenkflächen (46, 48) komplementär in axialer Richtung konturiert sind.
4. Prothese nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß eine der Gelenkflächen (46, 48) mindestens einen Abschnitt (58, 60; 94, 96) mit radialer Erstreckungskomponente aufweist.
5. Prothese nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Verankerungsabschnitte (38, 40) der beiden Prothesenteile (40, 44) mindestens zwei beabstandete Verankerungselemente (62, 64; 76 bis 82) aufweisen.
6. Prothese nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Verankerungselemente (62, 64; 76 bis 82) der beiden Prothesenteile (40, 44) jeweils eine zur Gelenkachse senkrechte Haupterstreckungsebene (70; 88) aufweisen.
7. Prothese nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Verankerungselemente (62, 64; 76 bis 82) jeweils zur Haupterstreckungsebene (70; 88) geneigte Hauptbegrenzungsflächen (66, 68; 84, 86) aufweisen, die um eine zur Kapselhaupterstreckungsebene (70; 88) parallele Achse gegeneinander derart geneigt sind, daß sich ihre Querschnitt in Richtung zur zugeordneten Gelenkfläche (46, 48) hin verbreitert.
8. Prothese nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Hauptbegrenzungsflächen (66, 68; 84, 86) der Verankerungselemente (62, 64; 76 bis 82) im wesentlichen spiegelbildlich zur Haupterstreckungsebene (70; 88) des jeweiligen Verankerungselementes verlaufen.
9. Prothese nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet,

zeichnet, daß die Hauptbegrenzungsflächen (66, 68; 84, 86) jeweils einen Winkel zwischen 3 und 8°, vorzugsweise etwa 6° zur Haupterstreckungsebene (70; 88) bilden.

10. Prothese nach einem der Ansprüche 5 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Verankerungselemente (62, 64; 76 bis 82) makroskopische Hinterschneidungen (72; 90) aufweisen.

11. Prothese nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Hinterschneidungen durch Durchgangsöffnungen (72; 90) gebildet sind.

12. Prothese nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Gesamtquerschnittsfläche der Durchgangsöffnungen (72; 90) zwischen 30 und 90% der Fläche der Hauptbegrenzungsflächen (66, 68; 84, 86) beträgt, vorzugsweise etwa 60% derselben beträgt.

13. Prothese nach einem der Ansprüche 5 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß freie Rücken der Verankerungselemente (62, 64; 76 bis 86) eine konkave Einziehung (54) aufweisen.

14. Prothese nach einem der Ansprüche 5 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Verankerungselemente (62, 64; 76 bis 82) im wesentlichen symmetrisch zur ventrals dorsalen Mittelebene des jeweiligen Prothesenteiles (49, 44) angeordnet sind.

15. Prothese nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß die Verankerungsabschnitte (38; 42) mindestens eines Prothesenteiles (40; 44) eine im wesentlichen konstante Dicke aufweisende Gelenkkappe (50; 74) tragen.

16. Prothese nach einem der Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens eines (44) der Prothesenteile (40; 44) ein die zugeordnete Gelenkfläche (48) vorgebendes Insert (100) trägt.

17. Prothese nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß das Insert (100) aus einem Material besteht, welches unter niedriger Reibung auf dem Material läuft, aus welchem die Gelenkfläche (48, 46) des anderen Prothesenteiles (44, 40) gebildet ist, oder auf gleichartigem Material läuft.

18. Prothese nach Anspruch 16 oder 17, dadurch gekennzeichnet, daß das Insert (100) mit dem es tragenden Prothesenteil (44) verrastet (98) ist.

19. Prothese nach einem der Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens eines der Prothesenteile eine Beschichtung aus einem Material trägt, welches auf dem Material, aus welchem die Gelenkfläche (48, 46) des anderen Prothesenteiles (40, 44) gebildet ist oder auf gleichartigem Material unter niedriger Reibung läuft.

20. Prothese nach einem der Ansprüche 1 bis 19, dadurch gekennzeichnet, daß sie ein einstückiges Schmiedeteil ist, welches ggf. mechanisch endbearbeitet ist.

21. Prothese nach einem der Ansprüche 1 bis 19, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest die Oberflächen der Verankerungsabschnitte (38, 42) der Prothesenteile (40, 44) mit einer Mikrostruktur versehen sind, z. B. durch Sandstrahlen und/oder Kugelstrahlen und/oder Ätzen.

22. Prothese nach einem der Ansprüche 1 bis 21, dadurch gekennzeichnet, daß sie zumindest im Bereich der Gelenkflächen (46, 48) nur abgerundete Kanten aufweist.

23. Mehrfachfräser zur Verwendung beim Implantieren eines Prothesenteiles einer Prothese nach einem der Ansprüche 1 bis 22, dadurch gekennzeichnet, daß er einen Stapel axial hintereinander liegender Frässcheiben

(106, 108) umfaßt, die axiale Lage und Querschnittsform komplementär zur Anordnung und Form der Verankerungselemente (62, 64; 76 bis 82) des betrachteten Prothesenteiles ist.

Hierzu 8 Seite(n) Zeichnungen

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

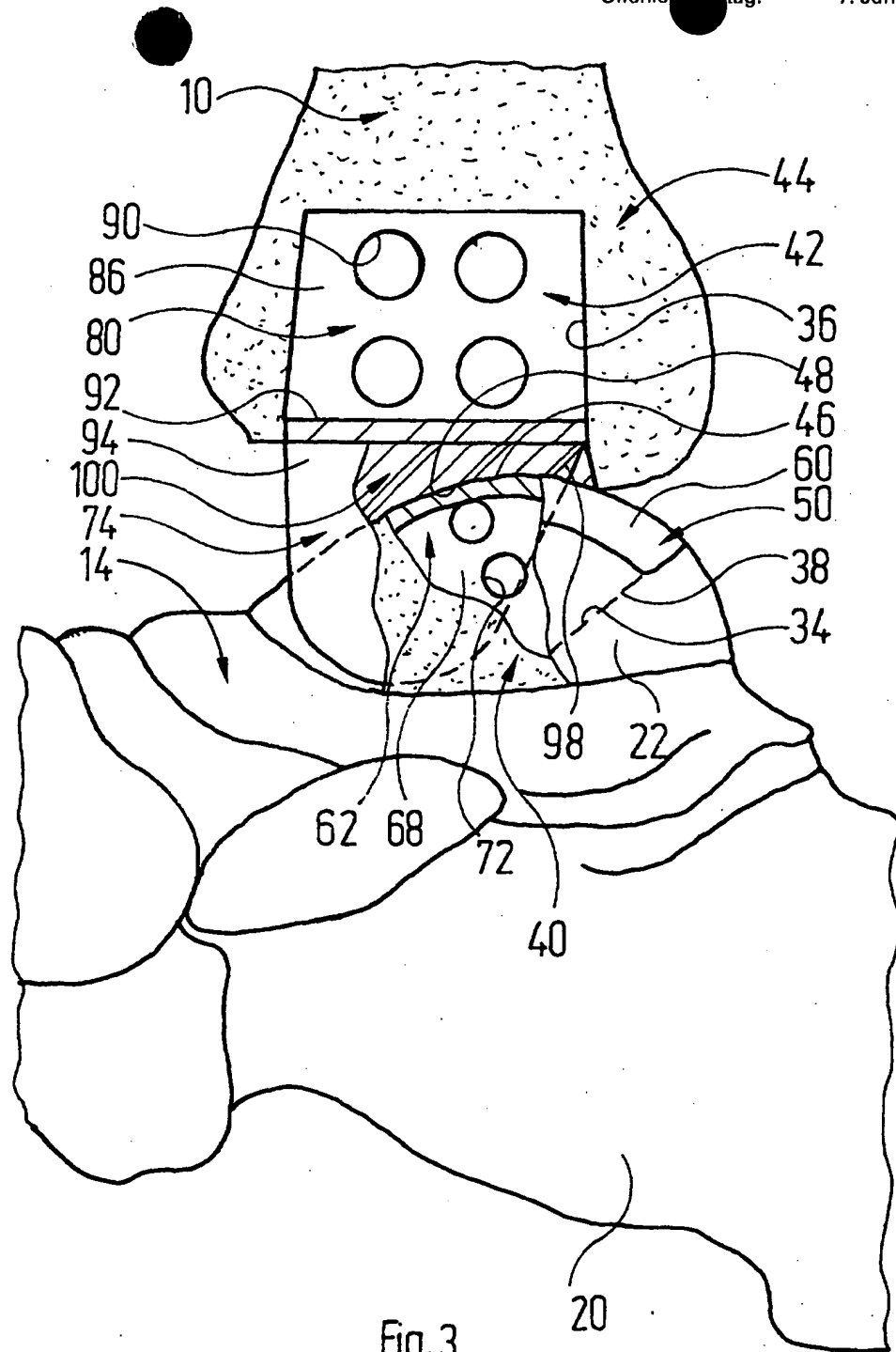


Fig. 3

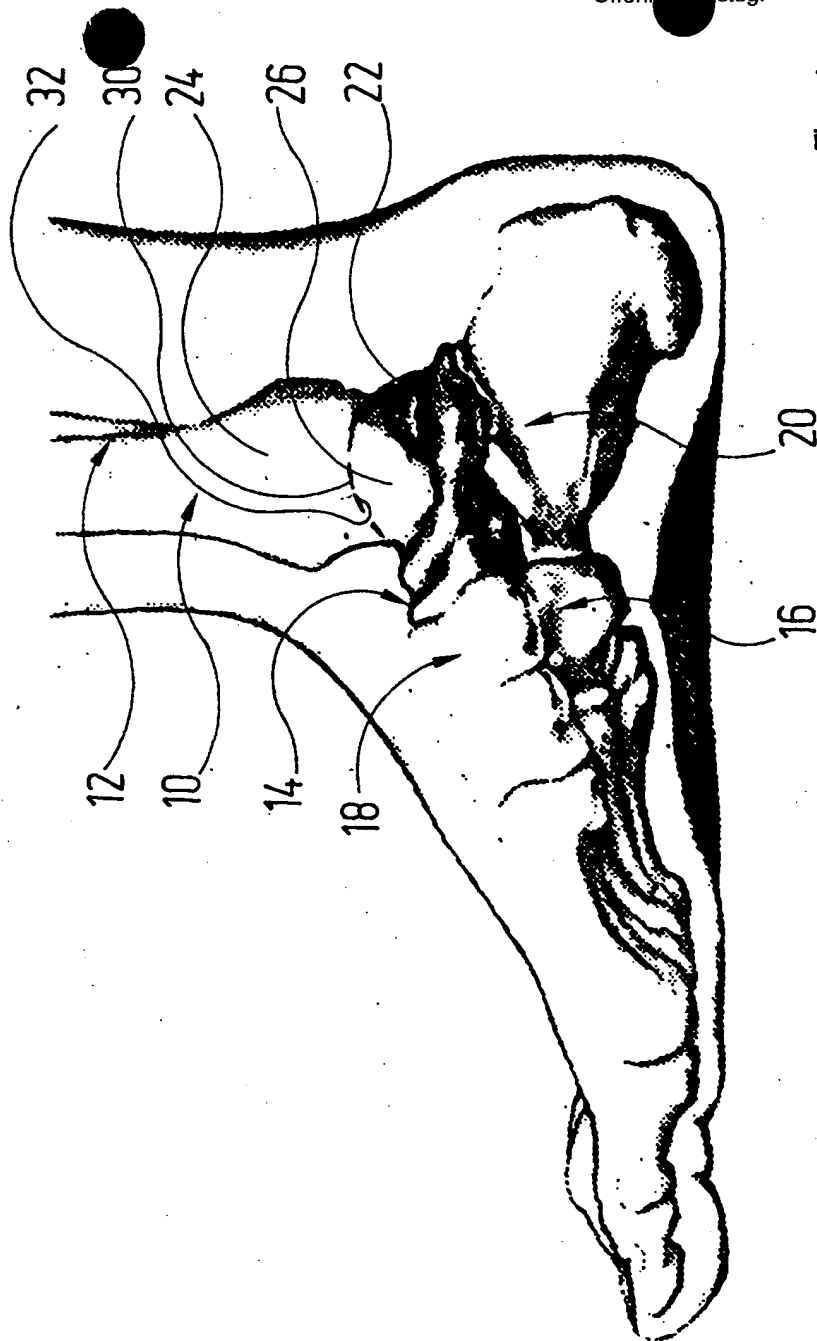


Fig. 1

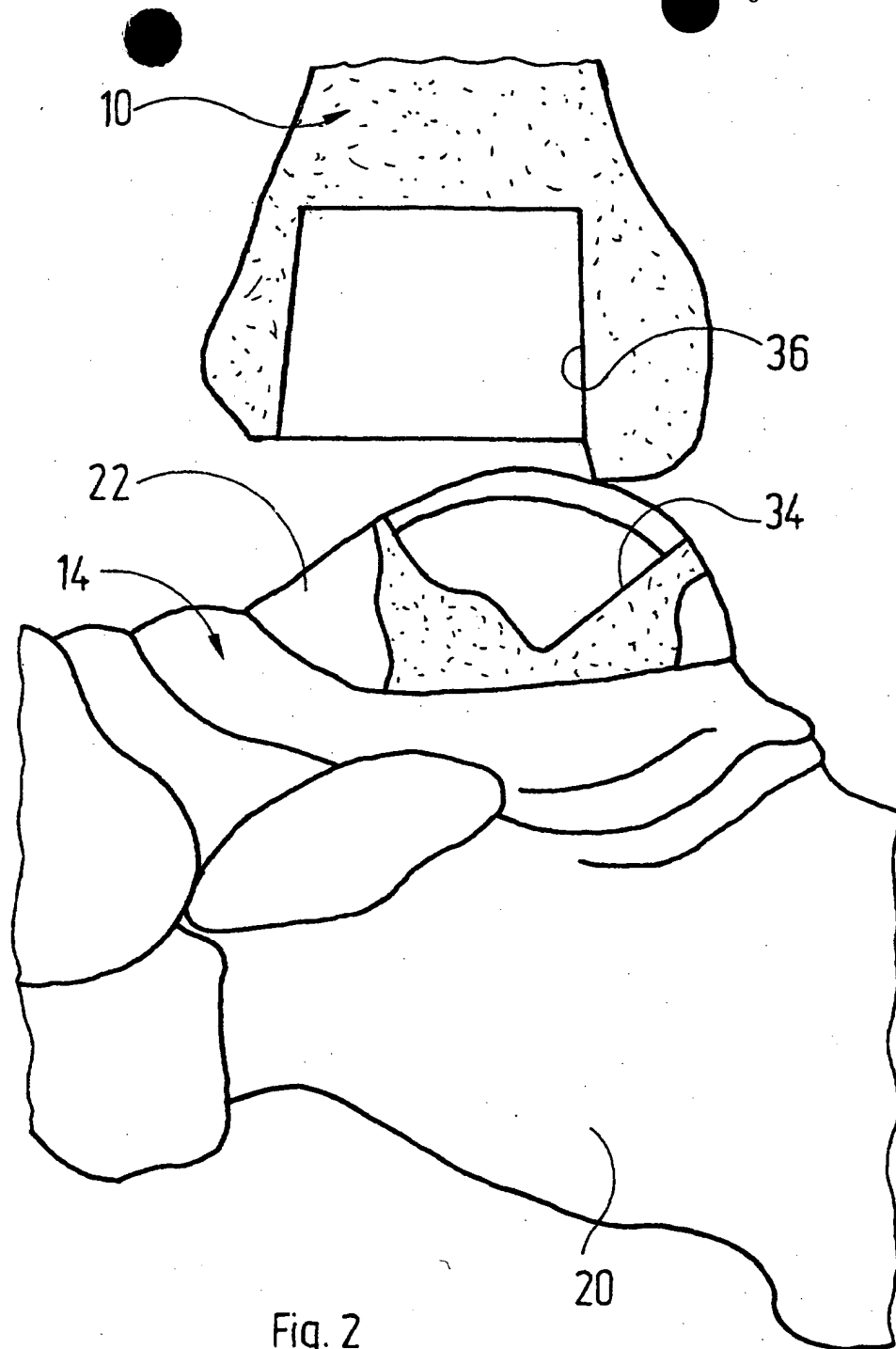


Fig. 2

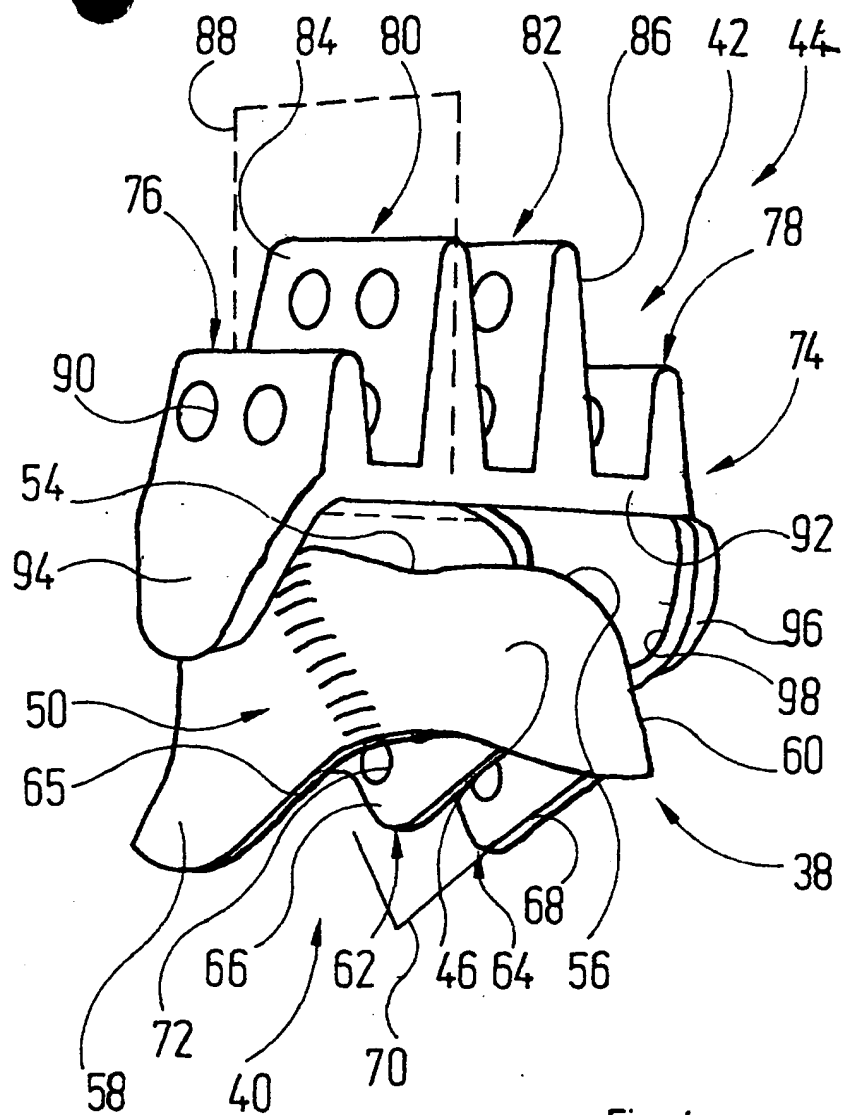
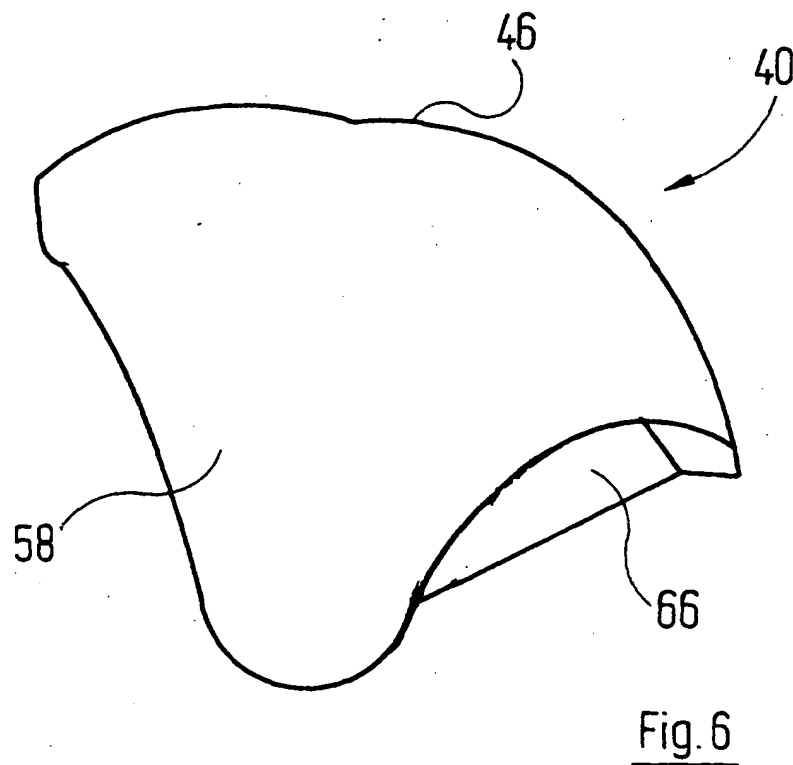
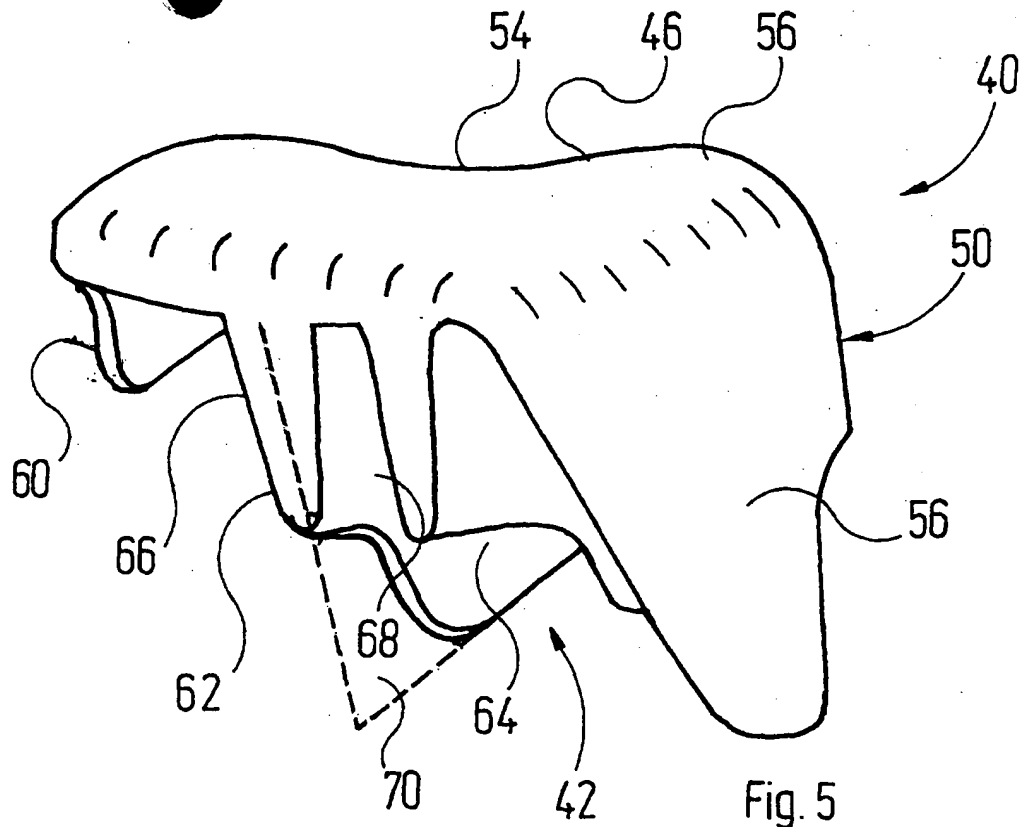
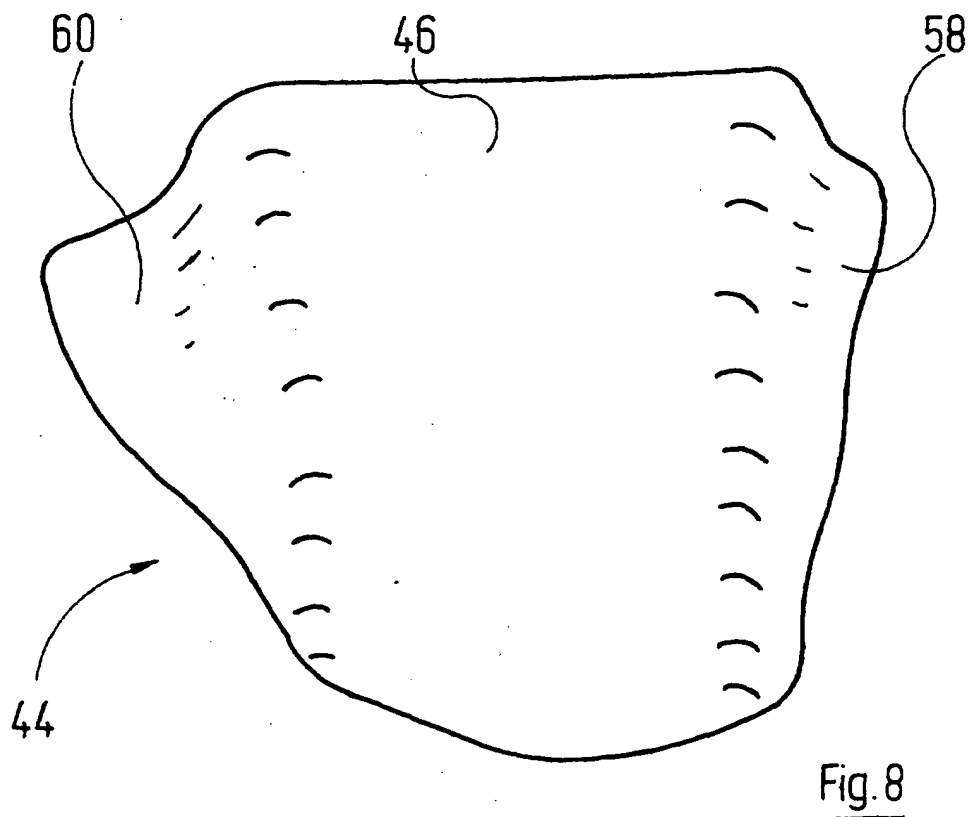
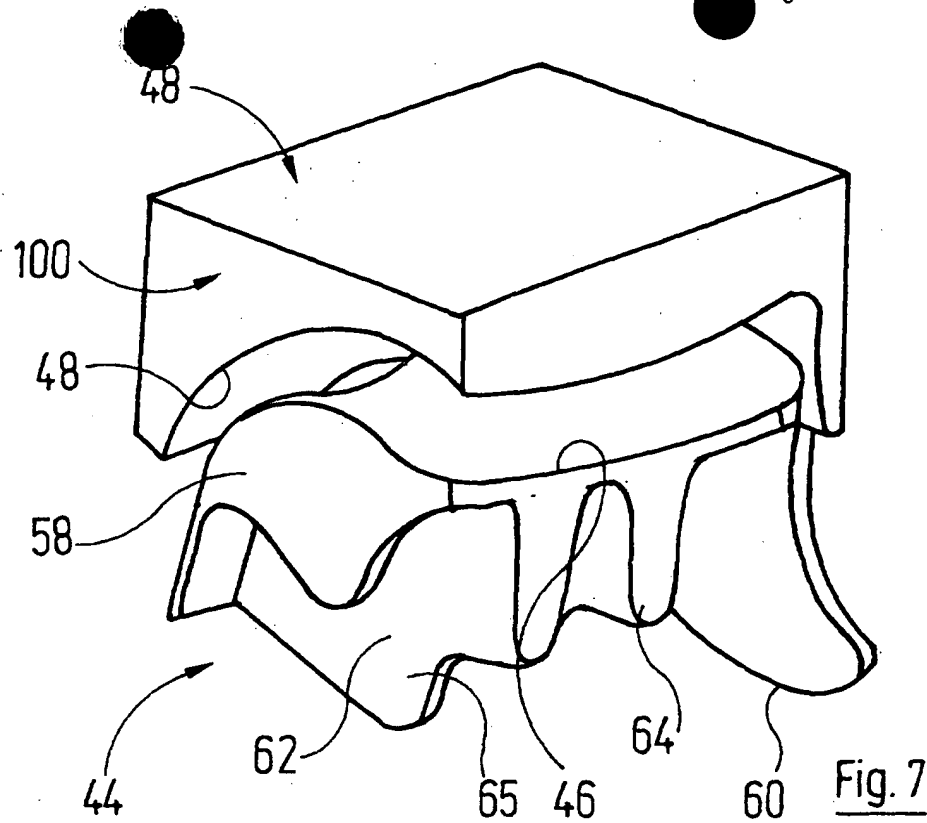


Fig. 4





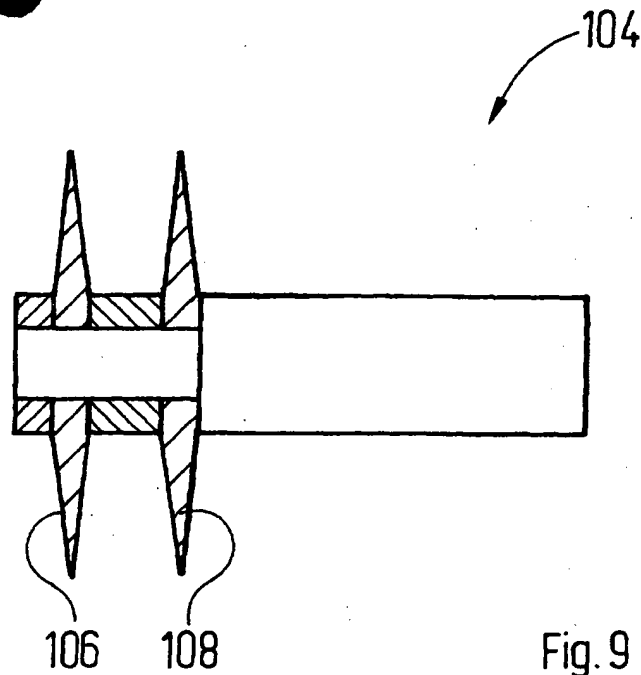


Fig. 9

